



118 672378

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

118 672378

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1 9 9 5 年 1 1 月 9 日

出 願 番 号
Application Number:

平成 7 年特許願第 2 9 0 7 6 0 号

出 願 人
Applicant (s):

宇部興産株式会社

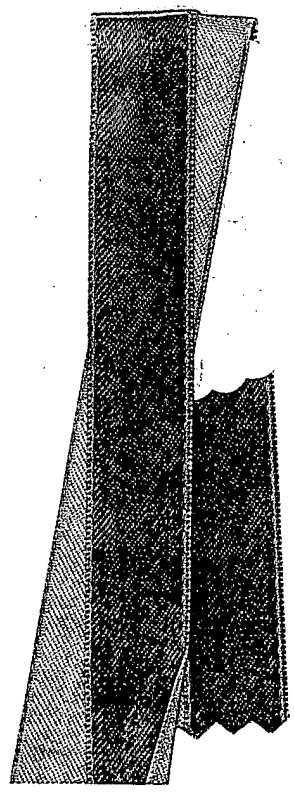
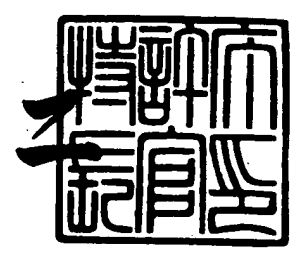
CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

BEST AVAILABLE COPY

1 9 9 6 年 4 月 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

清川 佑



【書類名】 特許願

【整理番号】 KT-P951102

【提出日】 平成 7年11月 9日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B22D 17/00
B22D 21/04

【発明の名称】 半熔融金属の成形方法

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 山口県宇部市大字小串字沖の山1980番地
宇部興産株式会社 宇部機械・エンジニ
アリング 事業所内

【氏名】 安達 充

【発明者】

【住所又は居所】 山口県宇部市大字小串字沖の山1980番地
宇部興産株式会社 宇部機械・エンジニ
アリング 事業所内

【氏名】 佐々木 寛人

【発明者】

【住所又は居所】 山口県宇部市大字小串字沖の山1980番地
宇部興産株式会社 宇部機械・エンジニ
アリング 事業所内

【氏名】 原田 康則

【特許出願人】

【識別番号】 000000206

【氏名又は名称】 宇部興産株式会社

【代表者】 長廣 眞臣

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012254

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半熔融金属の成形方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 結晶核を有する液相線温度以上の液体状態の合金、または結晶核を有する成形温度以上の固液共存状態の合金を、内部あるいは外部から加熱または冷却できる熱伝導率（室温）が $1.0 \text{ kcal/mhr}^{\circ}\text{C}$ 以上の材質であって注湯前に該合金の液相線温度以下に保持された容器に注湯し成形に適した固相率を示す温度まで冷却する過程において、

該容器内に該合金を注湯して、非樹枝状晶の微細な初晶を該合金液中に晶出させ、かつ、該容器内の合金の冷却温度分布が均一になるようにして急速に冷却し、冷却後に該合金を成形用金型に供給して加圧成形することを特徴とする半熔融金属の成形方法。

【請求項2】 合金の冷却過程では、容器の上部および下部を中央部に比べてより多く加熱するか、または、熱伝導率が $1.0 \text{ kcal/mhr}^{\circ}\text{C}$ 未満の保温材料で該容器上部および該容器下部を保温しつつ、該合金を冷却することを特徴する請求項1記載の半熔融金属の成形方法。

【請求項3】 合金の冷却過程では、容器上部を該容器中央部に比べてより多く加熱し該容器下部を保温するか、または該容器上部を保温し該容器下部を該容器中央部に比べて多く加熱しつつ、該合金を冷却することを特徴する請求項1記載の半熔融金属の成形方法。

【請求項4】 予め冷却工程に先立って、容器上部および該容器下部を該容器中央部に比べてより多く加熱するか、または、該容器の中央部のみを冷却して、該容器の中央部を該容器上部および該容器下部に比べて低温に保持したうえ、あるいは該容器下部を該容器上部および該容器中央部よりも高温に保持するように加熱したうえ、該合金を該容器内へ注湯して冷却することを特徴する請求項1記載ないし請求項3記載の半熔融金属の成形方法。

【請求項5】 結晶核の生成方法は、液相線温度に対して加熱度を 300°C 未満に保持された合金溶湯を該合金の融点よりも低い温度の治具の表面に接触させることとする請求項1記載ないし請求項4記載の半熔融金属の成形方法。

【請求項6】 溶湯に接触させる治具は、金属製治具または非金属製治具、あるいは半導体を含む非金属材料を複合させた金属製治具とし、かつ該治具の内部あるいは外部から該治具を冷却することができるようにした請求項1記載ないし請求項4記載の半熔融金属の成形方法。

【請求項7】 結晶核の生成を、治具または容器のいずれかもしくは両方に接触する合金溶湯に振動を与えることとする請求項1記載ないし請求項4記載の半熔融金属の成形方法。

【請求項8】 液相線温度に対する加熱度は100℃未満に保持した合金溶湯を、治具を使用することなく直接、断熱容器に注ぐ請求項1記載ないし請求項4記載の半熔融金属の成形方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は半熔融金属の成形法に係り、特に、結晶核を有する液相線温度以上の液体状態の合金、または結晶核を有する成形温度以上の固液共存状態の合金を、内部あるいは外部から加熱または冷却できる熱伝導率（室温）が1.0 kcal/mh r℃以上の材質であって注湯前に該合金の液相線温度以下に保持された容器に注湯し成形に適した固相率を示す温度まで冷却する過程において、該容器内に該合金を注湯して、非樹枝状晶の微細な初晶を該合金液中に晶出させ、かつ、該容器内の合金の冷却温度分布が均一になるようにして急速に冷却し、冷却後に該合金を成形用金型に供給して加圧成形することを特徴とする半熔融金属の成形方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

チクソキャスト法は、従来の鑄造法に比べて鑄造欠陥や偏析が少なく、金属組織が均一で、金型寿命が長いことや成形サイクルが短いなどの利点があり、最近注目されている技術である。この成形法（A）において使用されるピレットは、半熔融温度領域で機械攪拌や電磁攪拌を実施するか、あるいは加工後の再結晶を利用することによって得られた球状化組織を特徴とするものである。これに対し

て、従来鑄造法による素材を用いて半溶融成形する方法も知られている。これは、たとえば、等軸晶組織を発生しやすいマグネシウム合金においてさらに微細な結晶を生じせしめるためにZrを添加する方法(B)や炭素系微細化剤を使用する方法(C)であり、またアルミニウム合金において微細化剤としてAl-5%Ti-1%B母合金を従来の2倍~10倍程度添加する方法(D)であり、これらの方法により得られた素材を半溶融温度域に加熱し初晶を球状化させ成形する方法である。また、固溶限以内の合金に対して、固相線近くの温度まで比較的急速に加熱した後、素材全体の温度を均一にし局部的な溶融を防ぐために、固相線を超えて材料が柔らかくなる適当な温度まで緩やかに加熱して成形する方法(E)が知られている。

一方、ビレットを半溶融温度領域まで昇温し成形する方法と異なり、球状の初晶を含む融液を連続的に生成し、ビレットとして一旦固化することなく、そのまま成形するレオキャスト法(F)が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した(A)の方法は攪拌法や再結晶を利用する方法のいずれの場合も煩雑であり、製造コストが高くなる難点がある。また、マグネシウム合金においては(B)の場合には、Zrが高くコスト的に問題であり、(C)の方法では、炭化物系微細化剤を使用してその微細化効果を十分に発揮させるためには、酸化防止元素であるBeを、たとえば、7ppm程度に低く管理する必要があり、成形直前の加熱処理時に酸化燃焼しやすく、作業上不都合である。一方、アルミニウム合金においては、単に微細化剤を添加するだけでは500 μ m程度であり、100 μ m以下の微細な結晶粒の組織を得ることは容易ではない。このため、多量に微細化剤を添加する方法(D)があるが、微細化剤が炉底に沈降しやすく工業的には難しく、かつコストも高い。さらに(E)の方法では、固相線を超えてから緩やかに加熱して素材の均一加熱と球状化を図ることを特徴とするチクソ成形法が提案されているが、通常のデンドライト組織を加熱してもチクソ組織(初晶デンドライトが球状化されている)には変化しない。

しかも(A)~(E)のいずれのチクソ成形法においても半溶融成形するため

に、一旦液相を固化しそのピレットを再度半溶融温度領域まで昇温する必要があり、従来鑄造法に比べてコスト高になる。また、(F)の方法では、球状の初晶を含む融液を連続的に生成供給するため、コスト的、エネルギー的にもチクソキャストよりも有利であるが、球状組織と液相からなる金属原料を製造する機械と最終製品を製造する鑄造機との設備的連動が煩雑である。

本発明は、上述の従来の各方法の問題点に着目し、ピレットを使用することなく、簡便容易に、容器内の金属の温度分布を均一に保ちながら急速に冷却して、球状化した初晶を有する半溶融金属を得て、加圧成形することを目的とするものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】

このような課題を解決するために、本発明においては、第1の発明では、結晶核を有する液相線温度以上の液体状態の合金、または結晶核を有する成形温度以上の固液共存状態の合金を、内部あるいは外部から加熱または冷却できる熱伝導率(室温)が $1.0 \text{ kcal/mhr}^\circ\text{C}$ 以上の材質であって注湯前に該合金の液相線温度以下に保持された容器に注湯し成形に適した固相率を示す温度まで冷却する過程において、該容器内に該合金を注湯して、非樹枝状晶の微細な初晶を該合金液中に晶出させ、かつ、該容器内の合金の冷却温度分布が均一になるようにして急速に冷却し、冷却後に該合金を成形用金型に供給して加圧成形することとした。

また、第2の発明では、第1の発明における合金の冷却過程で、容器の上部および下部を中央部に比べてより多く加熱するか、または、熱伝導率が $1.0 \text{ kcal/mhr}^\circ\text{C}$ 未満の保温材料で該容器上部および該容器下部を保温しつつ、該合金を冷却することとした。

さらに、第3の発明では、合金の冷却過程では、容器上部を該容器中央部に比べてより多く加熱し該容器下部を保温するか、または該容器上部を保温し該容器下部を該容器中央部に比べて多く加熱しつつ、該合金を冷却するようにした。

また、第4の発明では、第1ないし第3の発明において、予め冷却工程に先立って、容器上部および該容器下部を該容器中央部に比べてより多く加熱するか、

または、該容器の中央部のみを冷却して、該容器の中央部を該容器上部および該容器下部に比べて低温に保持したうえ、あるいは該容器下部を該容器上部および該容器中央部よりも高温に保持するように加熱したうえ、該合金を該容器内へ入れて冷却することとした。

そして、第5の発明では、第1ないし第4の発明において、結晶核の生成方法は、液相線温度に対して加熱度を300℃未満に保持された合金溶湯を該合金の融点よりも低い温度の治具の表面に接触させることとした。

さらに、第6の発明では、第1ないし第4の発明において、溶湯に接触させる治具は、金属製治具または非金属製治具、あるいは半導体を含む非金属材料を複合させた金属製治具とし、かつ該治具の内部あるいは外部から該治具を冷却することができるようにした。

また、第7の発明では、第1ないし第4の発明において、結晶核の生成を、治具または容器のいずれかもしくは両方に接触する合金溶湯に振動を与えることとした。

さらに、第8の発明では、第1ないし第4の発明において、液相線温度に対する加熱度は100℃未満に保持した合金溶湯を、治具を使用することなく直接、断熱容器に注ぐようにした。

【0005】

【発明の実施の形態】

結晶核を有する液相線温度以上の液体状態の合金、または結晶核を有する成形温度以上の固液共存状態の合金を、内部あるいは外部から加熱または冷却できる熱伝導率（室温）が $1.0 \text{ kcal/mhr}^\circ\text{C}$ 以上の材質であって注湯前に該合金の液相線温度以下に保持された容器に注湯し成形に適した固相率を示す温度まで冷却する過程において、該容器内に該合金を注湯して、非樹枝状晶の微細な初晶を該合金液中に晶出させ、かつ、該容器内の合金の冷却温度分布が均一になるようにして急速に冷却し、冷却後に該合金を成形用金型に供給して加圧成形することにより、安定した機械的性質を保有する優れた成形体を得られる。

具体的な容器の温度管理方法は、第2、第3ならびに第4の発明に示すように、合金の冷却過程で、容器の上部および下部を中央部に比べてより多く加熱する

か、または、熱伝導率が $1.0 \text{ kcal/mhr}^\circ\text{C}$ 未満の保温材料で該容器上部または該容器下部を保温しつつ、該合金を冷却したり、容器上部を該容器中央部に比べてより多く加熱し該容器下部を保温するか、または該容器上部を保温し該容器下部を該容器中央部に比べて多く加熱しつつ、該合金を冷却するようにしたり、あるいは、予め冷却工程に先立って、容器上部および該容器下部を該容器中央部に比べてより多く加熱するか、または、該容器の中央部のみを冷却して、該容器の中央部を該容器上部および該容器下部に比べて低温に保持したうえ、あるいは該容器下部を該容器上部および該容器中央部よりも高温に保持するように加熱したうえ、該合金を該容器内へ入れて冷却することにした。

また、結晶核の生成方法は、液相線温度に対して加熱度を 300°C 未満に保持された合金溶湯を該合金の融点よりも低い温度の治具の表面に接触させることとした。

さらに、溶湯に接触させる治具は、金属製治具または非金属製治具、あるいは半導体を含む非金属材料を複合させた金属製治具とし、かつ該治具の内部あるいは外部から該治具を冷却することができるようにした。

そして、第7の発明では、結晶核の生成を、治具または容器のいずれかもしくは両方に接触する合金溶湯に振動を与えることとした。

また、第8の発明では、液相線温度に対する加熱度は 100°C 未満に保持した合金溶湯を、治具を使用することなく直接、断熱容器に注ぐようにした。

【0006】

【実施例】

以下図面に基づいて本発明の実施例について説明する。図1～図9は本発明の実施例に係り、図1は最大固溶限以上の組成の亜共晶アルミニウム合金の半溶融金属の成形方法を示す工程説明図、図2は最大固溶限内組成のマグネシウム合金あるいはアルミニウム合金の半溶融金属の成形方法を示す工程説明図、図3は球状初晶の生成から成形までの工程説明図、図4は図3に示した各工程における金属組織の模式図、図5は図3に示した工程3における容器内金属の冷却温度変化の比較図、図6は容器の各温度管理の説明図、図7は代表的なアルミニウム合金であるAl-Si系合金の平衡状態図、図8は代表的なマグネシウム合金である

Mg-Al系合金の平衡状態図、図9は本発明例の成形品の金属組織を示す顕微鏡写真の模写図である。なお、図10は比較例の成形品の金属組織を示す顕微鏡写真の模写図である。

【0007】

本発明においては、図1、図2、図7、図8に示すように、まず、

(1) 液相線温度に対して過熱度を300℃未満に保持した最大固溶限以上の組成の亜共晶アルミニウム合金あるいは最大固溶限内組成のマグネシウム合金またはアルミニウム合金の溶湯を、該合金の融点よりも低い温度の治具20の表面に接触させるか、あるいは、

(2) 液相線温度に対する過熱度は100℃未満に保持した結晶核の生成を促す元素を含むアルミニウム合金、マグネシウム合金の溶湯を、治具20を使用せずに直接、

内部あるいは外部から加熱かつ冷却できる熱伝導率(室温)が $1.0 \text{ kcal/mhr}^\circ\text{C}$ 以上の材質であって注湯前に該合金の液相線温度以下に保持された所定厚みの容器30に注湯し、成形に適した固相率を示す温度まで冷却する過程において、容器30の上部および下部を中央部に比べてより多く加熱するか、または、熱伝導率が $1.0 \text{ kcal/mhr}^\circ\text{C}$ 未満の保温材料で該容器上部または該容器下部を保温しつつ該容器30内に該合金を注ぐか、あるいは、容器上部を該容器中央部に比べてより多く加熱し該容器下部を保温するか、または該容器上部を保温し該容器下部を該容器中央部に比べて多く加熱しつつ該容器30内に該合金を注ぐか、あるいは、予め冷却工程に先立って、容器上部および該容器下部を該容器中央部に比べてより多く加熱するか、または、該容器30の中央部のみを冷却して、該容器30の中央部を該容器上部および該容器下部に比べて低温に保持したうえ、あるいは、該容器下部を該容器上部および該容器中央部よりも高温に保持するように加熱したうえ、該容器30内に該合金を注湯して、非樹枝状晶の微細な初晶を該合金液中に晶出させ、かつ、該容器30内の合金の冷却温度分布が均一になるようにして急速に冷却し、冷却後に該合金を成形用金型80に供給して加圧成形するようにした。

【0008】

上述の冷却過程における容器30および容器30内の合金の温度管理を、整理してまとめたものを、図6に示した。図6の(a)～(g)は、それぞれ、第2発明～第4発明に記載の温度管理方法に対応している。

【0009】

容器30の厚みに関しては、注湯された後、容器壁面に接する溶湯より樹枝状の初晶が発生せず、しかも成形直前に容器内から半熔融金属を取り出した段階で容器内部に凝固層が残らない厚みとすることが望ましく、その厚みは、合金の種類および容器30内の合金の重量により適宜決定される。

また、「成形に適した固相率」とは、加圧成形に適する固相の量比を意味し、ダイカスト鑄造、スクイズ鑄造などの高圧鑄造では固相率は10%～80%、好ましくは30%～70%(70%以上では素材の成形性が劣り、30%以下では素材が軟らかいためハンドリングが難しいばかりでなく、均一な組織が得にくくなる)とし、押出法や鍛造法では、30%～99.9%、好ましくは50%～99.9%(50%以下では組織の不均一が生じる恐れがある)とする。

【0010】

また、「液相線温度以下の温度」とは、速やかに容器内金属の温度を成形温度まで低下させても、容器壁面に接する溶湯より樹枝状の初晶が発生せず、しかも成形直前に容器内から半熔融金属を取り出した段階で容器内部に凝固層が残らない温度を意味しており、その値は、合金および容器内の合金の重量により異なる。

また、本発明でいう「容器」とは、金属性容器または非金属性容器とするか、あるいは半導体を含む非金属材料を表面に塗布した金属製容器、もしくは半導体を含む非金属材料を複合させた金属製容器とする。非金属材料を金属製容器の表面に塗布するのは、メタルの付着防止に効果的である。また、容器を加熱する手段として、該容器の内部あるいは外部をヒータで加熱する以外に、導電性の容器を用いた場合は高周波による誘導加熱も含むものとする。

【0011】

具体的には、以下のとおりの手順により作業を進める。図3および図4の工程[1]においてラドル10内に入れられた完全液体である金属Mを工程[2]に

において、(a) 冷却用治具20を用いて低温溶湯（必要に応じて結晶核生成を促進する元素も添加）から結晶核を発生させ、工程[3]-0においてあらかじめ液相線温度以下の所定の温度に保持された容器30に注ぐ、または、(b) 微細組織生成促進元素を含む融点直上の低温溶湯を直接工程[3]-0においてあらかじめ液相線温度以下に保持された容器30に注ぐ、のいずれかの方法により多数の結晶核を含む液相線直下あるいは直上の合金を得る。

【0012】

次に工程[3]において、該合金を半溶融状態で保持し、導入された結晶核から微細な粒状（非デンドライト状）の初晶を生成させる。このようにして、得られた所定の固相率を有する金属Mを、たとえば、工程[4]のようにダイキャストの射出スリーブ70に挿入した後、ダイカストマシンの金型キャビティ80a内で加圧成形して成形品を得る。

【0013】

図1、図2、図3、図4に示す本発明と従来のチクソキャスト法、レオキャスト法、の違いは図より明らかである。すなわち、本発明では従来法のように、半溶融温度領域で晶出したデンドライト状の初晶を機械攪拌や電磁攪拌で強制的に破碎球状化することではなく、半溶融温度領域での温度低下とともに液中に導入された結晶核を起点として晶出、成長する多数の初晶が合金自身が持っている熱量により（必要に応じて外部から加熱保持されることも有り得る）連続的に球状化されるものであり、また、チクソキャスト法におけるピレットの再昇温による半溶融化の工程が省かれているため極めて簡便な方法である。

【0014】

上述した各工程、すなわち、図1に示す冷却治具への注湯工程、初晶の生成、球状工程、成形工程のそれぞれにおいて設定された鑄造条件、球状化条件および成形条件や第1の発明、第2の発明、第4の発明、第8の発明で示した数値限定理由について以下に説明する。

鑄造温度が融点に対して300℃以上高ければ、あるいは治具20の表面温度が融点以上の場合では、

(1) 結晶の核発生が少なく、しかも、

(2) 容器に注がれた時の溶湯Mの温度が液相線よりも高いために残存する結晶核の割合も少なく、初晶のサイズが大きくなる。

このため、鑄造温度は液相線に対する過熱度が300℃未満とし、治具の表面温度は、合金の融点よりも低くする。なお、液相線に対する過熱度を100℃未満とすることにより、さらに好ましくは50℃以下にすることにより、また治具20の温度を合金Mの融点よりも50℃以上低くすることにより、より微細な初晶サイズとすることができる。治具20に溶湯Mを接触させる方法としては、治具の表面を溶湯Mを移動させる場合（傾斜した治具20へ溶湯を流す）と、溶湯中を治具20が移動する場合の2種類がある。なお、ここで言う治具とは、溶湯が流下する際に冷却作用を溶湯に与えるものを言うが、これに代えて、たとえば給湯機に筒状のパイプを使用してもよい。

【0015】

容器30は、液相線直下に低下した溶湯を所定の固相率まで冷却保持するために用いるものであるが、容器30の熱伝導率（室温）が $1.0 \text{ kcal/mhr}^\circ\text{C}$ 未満の場合は、断熱性が良いため、容器30に注がれた溶湯Mが所定の固相率を示す温度まで冷却保持される時間が長くなり、作業能率が悪く、かつ、生成した球状初晶も粗くなり成形性が低下する。ただし、容器内の溶湯量が少ない場合は $1.0 \text{ kcal/mhr}^\circ\text{C}$ 未満でも冷却に必要な保持時間は短くなる。また、容器30の温度が液相線温度よりも高い場合は、該容器に注がれた時の溶湯Mの温度が液相線よりも高いために残存する結晶核の割合も少なく、初晶のサイズが大きくなる。また、溶湯Mの固相率が成形に適した固相率を示すまで冷却される際に、容器上部および容器下部が加熱もしくは保温されない場合、該容器の上部および下部の溶湯Mが接する部位よりデンドライト状の初晶が発生したり、凝固層が成長し容器内の金属の温度分布も不均一になるため、容器内部に凝固層が残り成形が困難になる。このため、注湯後の冷却過程では容器上部および容器下部を容器中央部より加熱したりあるいは保温し、必要に応じて注湯後の冷却過程だけでなく、注湯前にあらかじめ該容器の上部、下部を加熱する。

【0016】

容器30は熱伝導率以外は特に限定されるものではなく、溶湯との濡れ性が悪

いものが好ましい。また、通気性のある容器を容器30として使用する場合は長時間保持される場合、マグネシウム合金およびアルミニウム合金は酸化しやすいため、容器外部を所定の雰囲気（不活性雰囲気、減圧雰囲気など）にすることが好ましい。また金属性容器を使用する場合においても、マグネシウム合金は酸化しやすいので不活性雰囲気やCO₂雰囲気にすることが望ましい。また、酸化防止を図るために予め金属溶湯に、マグネシウム合金ではBe、Caを、アルミニウム合金ではBeを添加することが望ましい。なお、容器30の形状は筒状に限定されるものではなく、その後の成形法に適した形状が可能である。なお、高圧鑄造では成形直前の固相率が80%以上であれば成形時の変形抵抗が高く良好な品質の成形品を得ることができない。また10%以内では均一な組織を有する成形品を得ることができない。このため、前述したとおり成形時の固相率は、10%~80%とすることが望ましい。

さらに、実質の固相率を30%~70%にすることにより、さらに均質でかつ高品質の成形材を容易に加圧成形できる。また、共晶組成に近いAl-Si系合金を成形する場合、液相率を80%以内に低下させる必要がある時は、Siの改良元素であるNaやSrなどを添加することは共晶Siを微細化し延性を向上させるのに好都合である。加圧成形する手段としては、スクイズ鑄造法やダイキャスト鑄造法に代表される高圧鑄造法に限定されるものではなく、押し出し法、鍛造法などの加圧成形する種々の方法が含まれる。

【0017】

溶湯Mを接触させる治具20は、溶湯の温度を低下させることができるものであればその材質を限定するものではないが、特に熱伝導率の高い銅、銅合金、アルミ合金などの金属で、しかも一定の温度以下に維持できるように冷却管理された治具20は結晶核を多く生成するので好ましい。なお、溶湯Mが治具20に付着するのを防ぐために非金属材料を塗布するのは効果的である。塗布する方法としては、機械的、化学的、あるいは物理的方法のいずれでも構わない。

なお、治具20を用いずに微細球状の初晶を得る場合、液相線に対する加熱度を100℃未満にするのは、容器30に注いだ合金を、結晶核を有する液体状態、または結晶核を有する成形温度以上の固液共存状態にするためである。注が

れた容器30内の溶湯温度が高ければ、所定の固相率まで温度が低下するために時間がかかりすぎ能率が悪い。また注がれた溶湯Mの湯面が酸化されたり、あるいは燃焼したりするために不都合である。

【0018】

表1に成形前の半熔融金属の条件および成形材の品質を示す。成形は図3に示すように、半熔融金属をスリーブに挿入し、その後スクイズ鑄造機を用いて行なった。成形条件は、加圧力 950 kgf/cm^2 、射出速度 1.0 m/s 、鑄造品重量（ビスケット含む） 30 kg 、金型温度 230°C とした。

【0019】

【表1】

表 1

No	合 金	鋳造 温度 (℃)	冷却 治具 の有 無	冷却 治具 の温 度 (℃)	保 持 容 器 の 熱 伝 導 率 (kcal/m. hr. °C)	保持容器温度*1				保持容器の加熱、保温			成 形 品 の 品 質				*2 成形温度 までの時 間 (分)	備 考
						上部	中央部	下部	上部	中央部	下部	不定形 初晶の 量	初晶 の量	容器内組織の 凝固層の有無	組織の 不均一			
比 較 例	1	AC4CH	640	有	25	0.3	100	100	100	無	無	無	○	150	×	○	30	熱伝導率が小さい。容器の加熱保温なし。
	2	AC4CH	640	有	25	0.3	200	100	300	無	無	無	○	150	○	○	34	熱伝導率が小さい。
	3	AC4CH	640	有	25	14	100	100	100	無	無	無	○	80	×	×	12	容器の加熱保温なし。
	4	AC4CH	640	有	25	14	25	25	25	無	無	無	×	80	×	×	6	容器の加熱保温なし。容器内厚20mm。
	5	AC4CH	950	有	25	14	100	100	100	無	無	無	×	500	×	×	22	鋳造温度が高い。
	6	AC4CH	640	有	625	14	100	100	100	無	無	無	×	450	×	×	12	治具の温度が高い。
	7	AC4CH	640	有	25	14	200	100	250	保温	無	加熱	△	100	○	×	3*3	固相率が少ない（8％）。
本 発 明 例	8	AC4CH	640	有	25	14	500	400	500	保温	無	加熱	○	100	○	○	17	
	9	AC4CH	640	有	25	14	200	100	200	保温	無	加熱	○	85	○	○	10	
	10	AC4CH	670	有	25	14	250	250	250	加熱	無	加熱	○	90	○	○	11	
	11	AC4CH	640	有	25	14	300	200	300	保温	無	保温	○	90	○	○	13	
	12	AC4CH	680	有	25	14	200	200	200	加熱	無	保温	○	90	○	○	13	
	13	AC4CH	640	無	—	14	200	100	200	保温	無	加熱	○	170	○	○	14	冷却治具なし。
	14	AC4CH	640	有	25	14	300	200	300	保温	無	加熱	○	80	○	○	9	

- *1 注湯前の容器の温度
 *2 固相率50%の時の成形温度(*3を除いて)
 *3 固相率8%の時の成形温度
 ・保持容器の厚み: 5mm
 No.4のみ20mm
 ・AC4CH:Al-7%Si-0.35%Mg 615°C
 ・AZ91: Mg-8%Al-0.7%Zn 565°C
 ・不定形初晶の量: ○少ない, ×多い
 ・組織の不均一: ×偏析多い, ○偏析少ない
 ・容器内凝固層の有無: ○なし, ×あり

【0020】

比較例 1 では熱伝導率が小さく、かつ注湯後の容器の加熱、保温が不適切なため、成形までの保持時間が長く、かつ容器内部に凝固層が生成されるため、半溶融合金を取り出すことができず成形ができない。比較例 2 では熱伝導率が小さいために成形までの保持時間が長い。比較例 3 では容器の加熱保温が不適切なため、容器内部に凝固層が生成されるため、半溶融合金を取り出すことができず成形工程に移行できない。比較例 4 では容器肉厚が厚く、しかも容器の加熱保温が不適切なため、不定形初晶が発生し、また容器内部に凝固層が生成されるため、半溶融金属を取り出すことができず成形できない。比較例 5 では鑄造温度が高いため、容器内において残存する結晶核がほとんどないため、図 10 に示すような粗大な不定形の初晶しか得られない。比較例 6 では冷却治具の温度が高いために、結晶核の発生が少なく、微細球状の初晶が比較例 5 と同様に粗大な不定形の初晶しか得られない。比較例 7 では固相率が少ないために、成形品内部の偏析が多い。

【0021】

一方、本発明例 8～14 では、容器 30 内の金属の温度分布を均一に保ちながら急速に冷却させ、簡便容易に非樹枝状晶の微細な初晶を有する半溶融金属を得て、該合金を成形用金型に供給して加圧成形することにより、 $200\mu\text{m}$ 以下の微細な球状の初晶を有する均質な組織の成形体を得られる。

【0022】

【発明の効果】

以上説明したことから明らかなように、本発明に関わる半溶融金属の成形方法では、

(1) 結晶核を有する液相線温度以上の液体状態の合金、または、結晶核を有する成形温度以上の固液共存状態の合金を、あるいは、

(2) 液相線温度に対して過熱度を 300°C 未満に保持された合金溶湯を該合金の融点よりも低い温度の治具の表面に接触させることにより結晶核を発生させて、微細かつ球状化した初晶を液中に発生させた該合金を、内部あるいは外部から加熱かつ冷却できる熱伝導率 (室温) が $1.0\text{ kcal/mhr}^{\circ}\text{C}$ 以上の容器に注湯し、成形に適した固相率を示す温度まで冷却する過程において、該容器の

中央部に比べて容器上部および容器下部をより加熱するか、または、熱伝導率が $1.0 \text{ kcal/mhr}^\circ\text{C}$ 未満の保温材料で容器上部および容器下部を保温することにより、または該容器の中央部のみ冷却することにより、または該容器上部を該容器中央部に比べてより加熱し該容器下部を保温するか、または該容器下部を保温し該容器上部を該容器中央部に比べてより加熱することにより、非樹枝状晶の微細な初晶を該合金中に晶出させ、かつ該容器内の合金の温度分布を均一に保持して急速に冷却した後、該合金を成形用金型に供給して加圧成形することにより、従来の機械攪拌法、電磁攪拌法によらず、簡便容易にかつ、低コストで微細かつ球状の組織を有する成形体を得られる。

また、液相線温度に対する過熱度は 100°C 未満に保持した結晶核の生成を促す元素を含むアルミニウム合金溶湯、マグネシウム合金溶湯を治具を使用せず直接に、容器の中に注ぎ、所定の固相率を示す成形温度まで冷却しつつ保持することにより、同様に、微細かつ球状化した初晶を発生させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る最大固溶限以上の組成の亜共晶アルミニウム合金の半溶融金属の成形方法を示す工程説明図である。

【図 2】

本発明に係る最大固溶限内組成のマグネシウム合金あるいはアルミニウム合金の半溶融金属の成形方法を示す工程説明図である。

【図 3】

本発明に係る球状初晶の生成から成形までの工程説明図である。

【図 4】

図 3 に示した各工程における金属組織の模式図である。

【図 5】

図 3 に示した工程 3 における容器内金属の冷却温度変化の比較図である。

【図 6】

本発明に係る容器の各温度管理の説明図である。

【図 7】

本発明に係る代表的なアルミニウム合金であるAl-Si系合金の平衡状態図である。

【図8】

本発明に係る代表的なマグネシウム合金であるMg-Al系合金の平衡状態図である。

【図9】

本発明例の成形品の金属組織を示す顕微鏡写真の模写図である。

【図10】

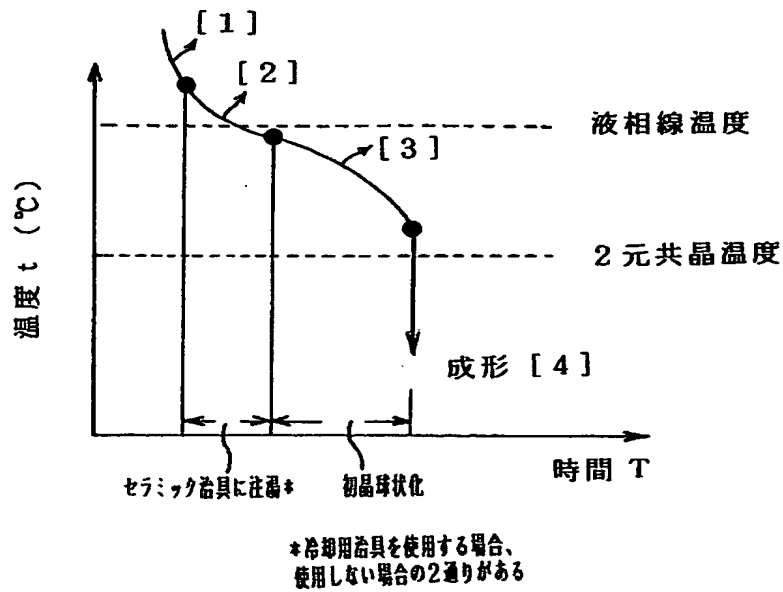
比較例の成形品の金属組織を示す顕微鏡写真の模写図である。

【符号の説明】

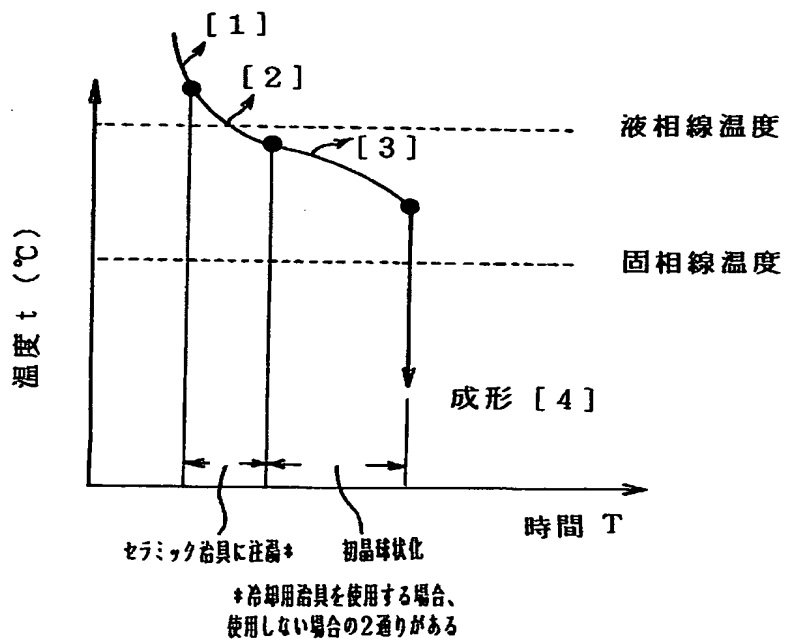
- 10 ラドル
- 20 治具（冷却用治具）
- 30 容器（断熱容器またはセラミック製容器）
- 40 ヒータ
- 50 保温カバー
- 60 搬送装置
- 70 射出スリーブ
- 80 金型
- 80a 金型キャビティ
- M 溶湯金属（合金）
- T 容器内合金温度
- t 保持時間

【書類名】 図面

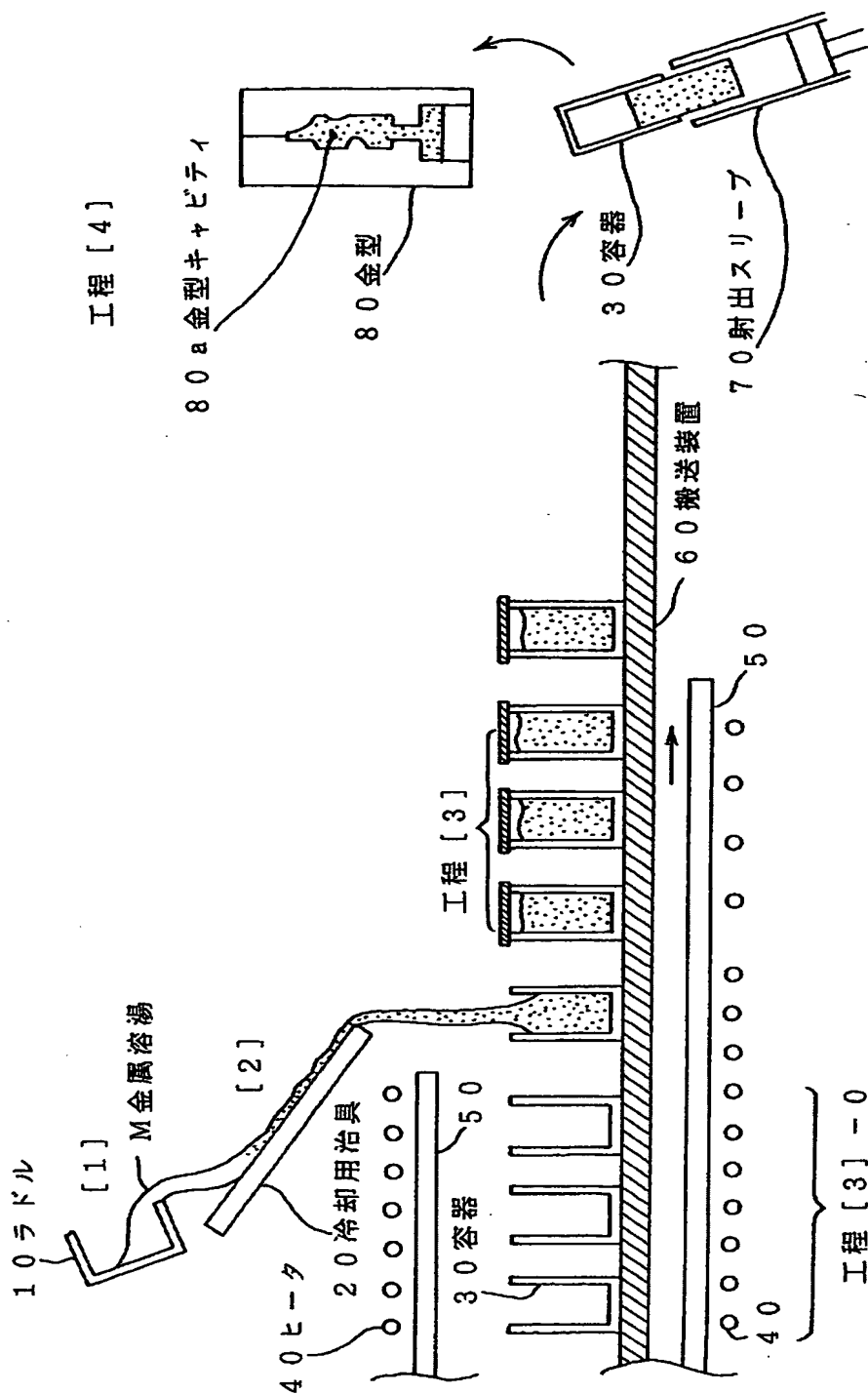
【図1】



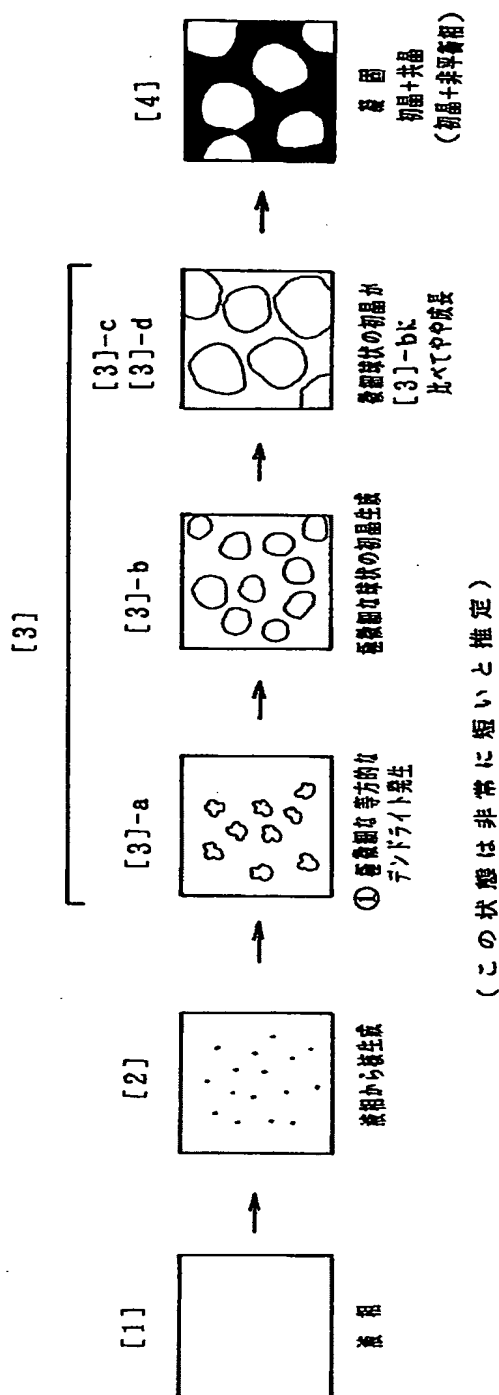
【図2】



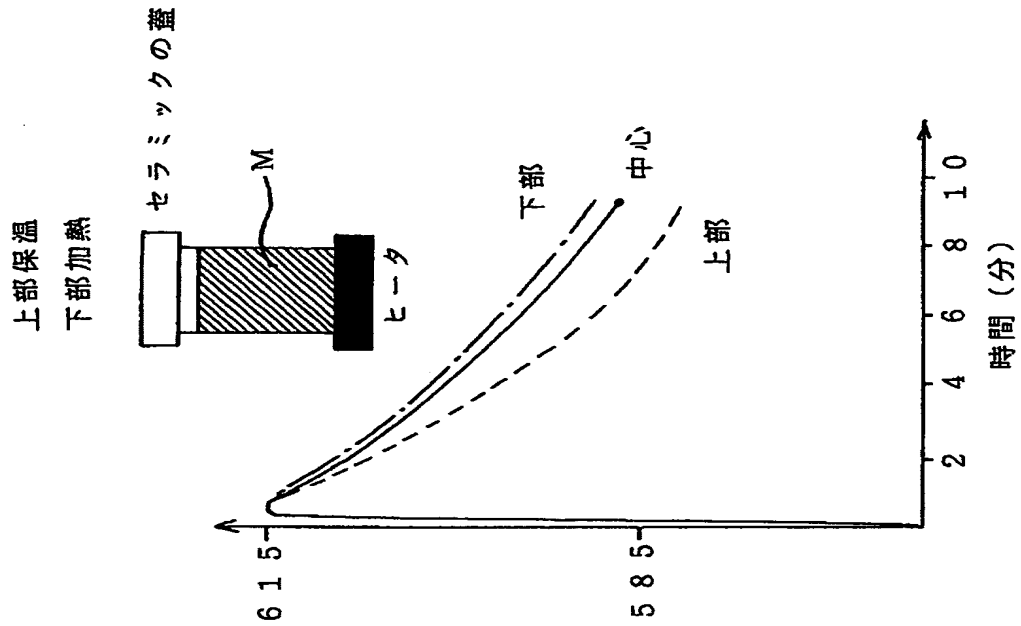
【図3】



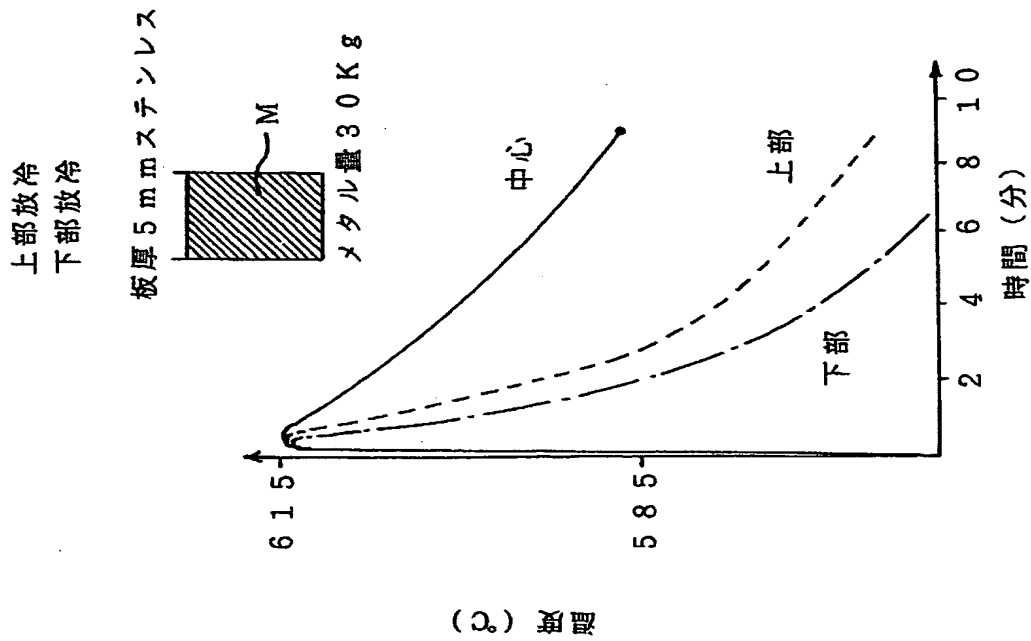
【図4】



【図5】

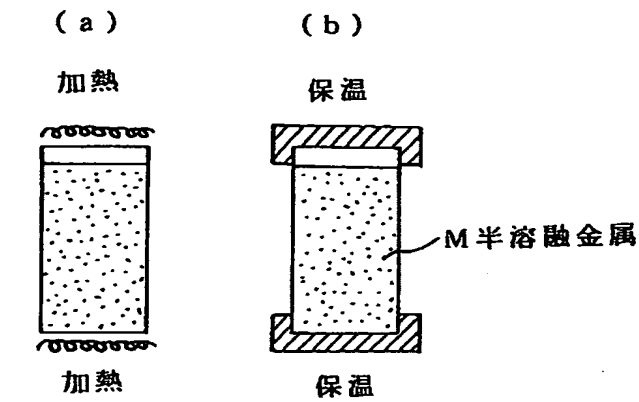


(a) 加熱

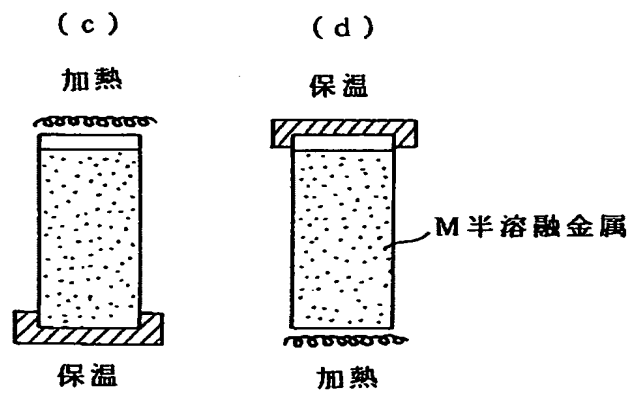


【図 6】

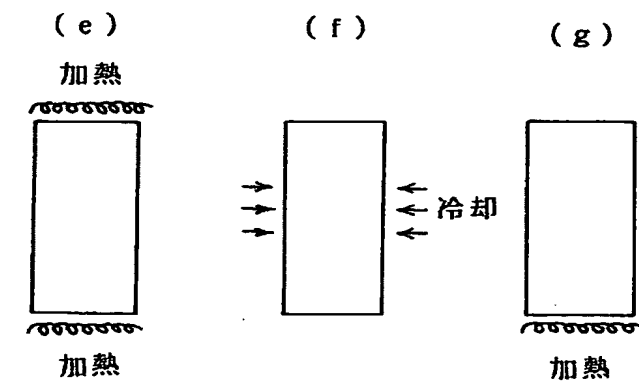
請求項 2
(第 2 の発明)



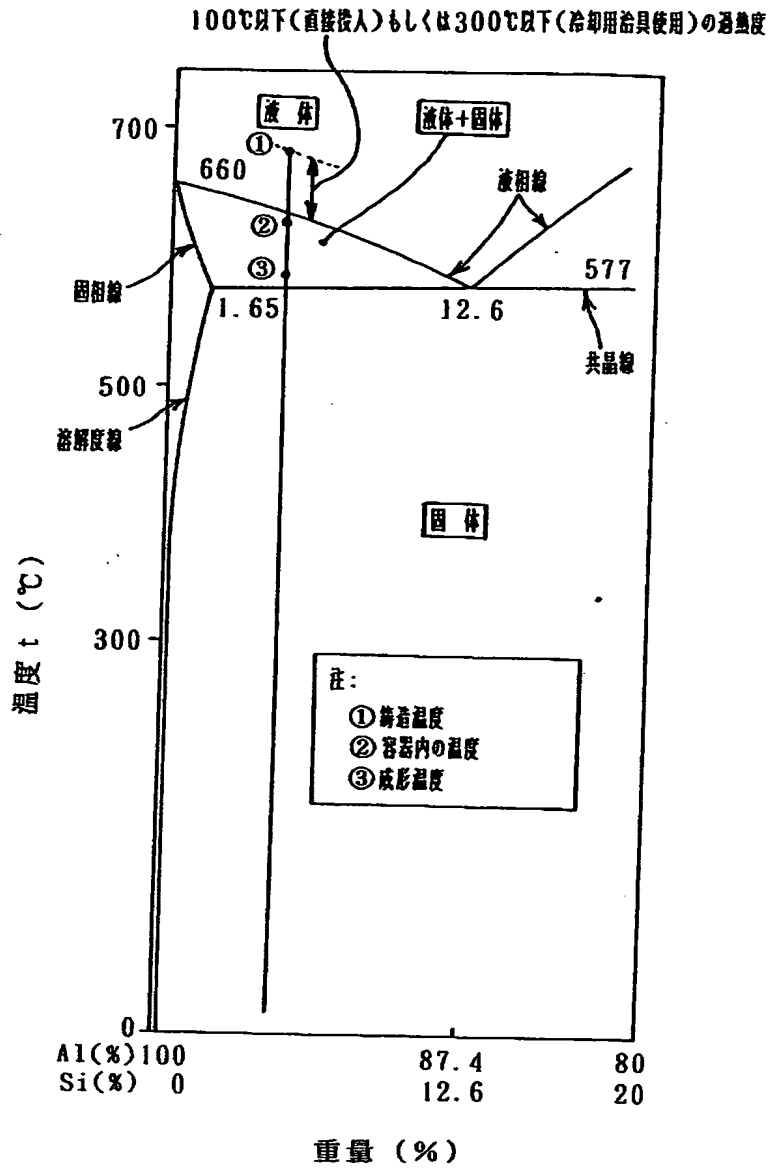
請求項 3
(第 3 の発明)



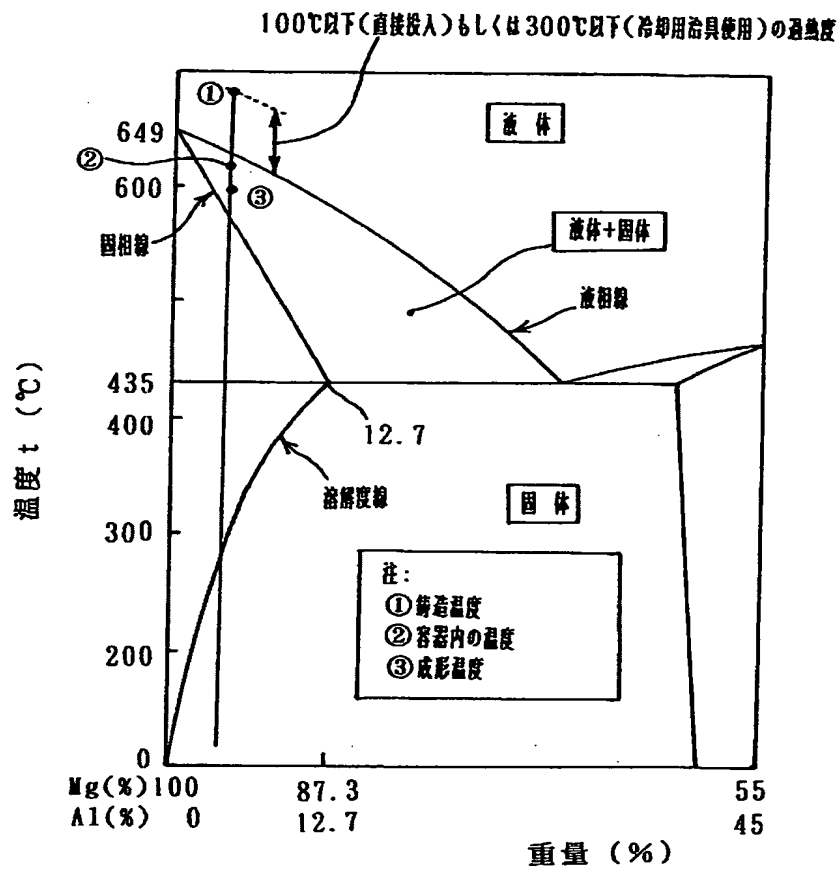
請求項 4
(第 4 の発明)



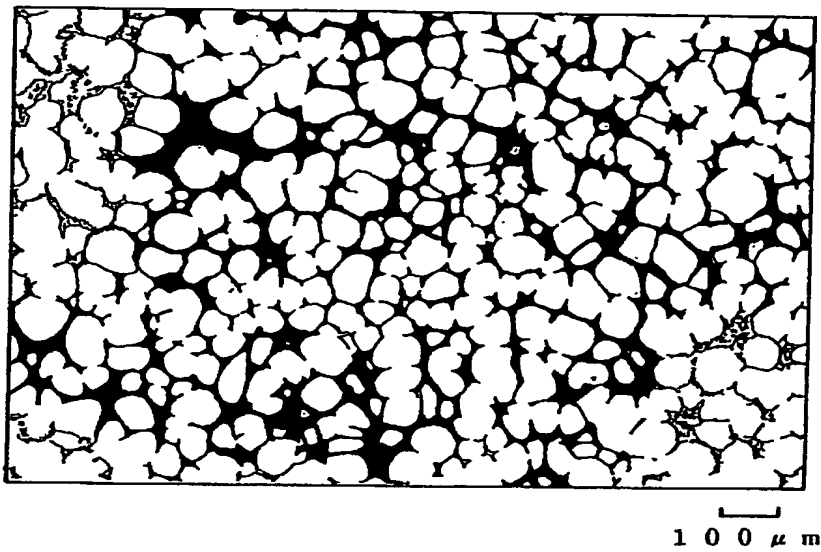
【図7】



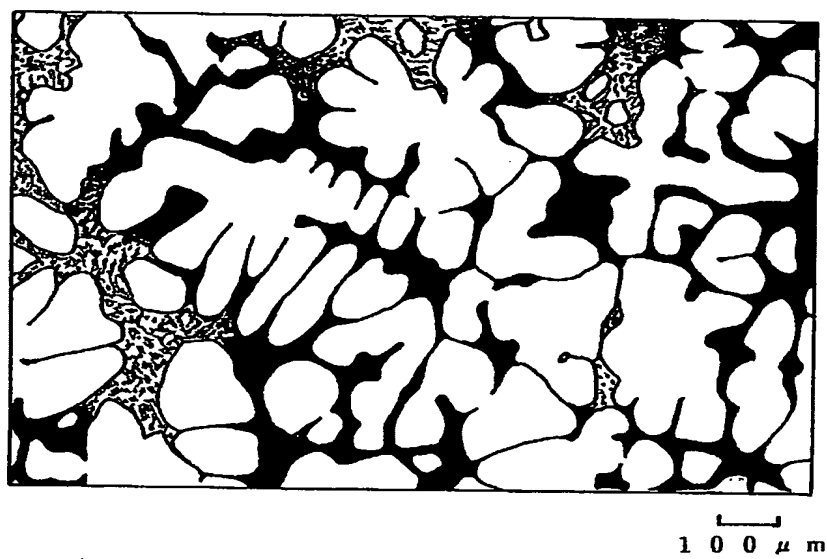
【図8】



【図9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来の機械攪拌法や電磁攪拌法によらず、簡便容易に、かつ、低コストで微細かつ球状のチクソ組織を有する成形体を得られる半溶融金属の成形方法を提案するものである。

【解決手段】 結晶核を有する液相線温度以上の液体状態の合金、または結晶核を有する成形温度以上の固液共存状態の合金を、内部あるいは外部から加熱または冷却できる熱伝導率（室温）が $1.0 \text{ kcal/mhr}^\circ\text{C}$ 以上の材質であって注湯前に該合金の液相線温度以下に保持された容器に注湯し成形に適した固相率を示す温度まで冷却する過程において、該容器内に該合金を注湯して、非樹枝状晶の微細な初晶を該合金液中に晶出させ、かつ、該容器内の合金の冷却温度分布が均一になるようにして急速に冷却し、冷却後に該合金を成形用金型に供給して加圧成形する。

【選択図】 図3

【書類名】	職権訂正データ
【訂正書類】	特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】	申請人
【識別番号】	000000206
【住所又は居所】	山口県宇部市西本町1丁目12番32号
【氏名又は名称】	宇部興産株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000206]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	山口県宇部市西本町1丁目12番32号
氏 名	宇部興産株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.